

Refúgios abalados

Análise de polens e de movimentos tectônicos questiona teoria sobre isolamento de plantas e animais

No auge da última glaciação vivida pelo planeta, entre 18 mil e 14 mil anos atrás, os cerrados, as savanas e as caatingas, vegetações mais abertas e típicas de clima seco, dominaram a América do Sul. Graças às adversidades naturais, as imponentes florestas tropicais e suas árvores gigantescas recuaram e viram-se obrigadas a ocupar áreas extremamente reduzidas. Chamados de refúgios, esses espaços limitados representaram uma alternativa de sobrevivência para plantas e animais acostumados ao tempo úmido, que aproveitaram essa proteção e se reproduziram mais intensamente. Quando a Terra voltou a esquentar, as florestas novamente se expandiram e espécies de diferentes refúgios acabaram se encontrando. A riqueza biológica da Amazônia seria uma das conseqüências dessa mistura.

Proposto inicialmente pelo zoólogo Paulo Vanzolini, mas formulado conceitualmente pelo alemão Jürgen Haffer em 1969 e aplicado à realidade brasileira pelo geógrafo Aziz Ab'Sáber, esse cenário – conhecido como Teoria dos Refúgios – representou durante pe-

lo menos três décadas a visão mais aceita da porção sul do continente americano, incluindo o Brasil, em tempos gelados mais recentes. O consenso, no entanto, faz parte do passado. Sustentados pela análise do pólen de plantas que existiram nos últimos 20 mil anos, hoje preservado em sedimentos, e pela dinâmica de nascimento dos rios e das bacias hidrográficas do país, estudos brasileiros e internacionais criticam duramente – e até mesmo negam – a idéia dos refúgios.

“Não é possível defender uma versão climática monolítica para uma época tão instável e complexa globalmente, ainda mais em um país com o tamanho do Brasil”, afirma Paulo Eduardo de Oliveira, engenheiro agrônomo com doutorado em botânica e ecologia e professor da Universidade Guarulhos. Ainda não há outras teorias para explicar a diversidade de animais e plantas no Brasil da última glaciação, apenas descobertas que não se encaixam no antigo modelo. “Temos registros daquela época glacial que revelam diversas regiões de clima úmido e frio e florestas bem maiores do que as que corresponderiam aos refúgios.” Oliveira e o norte-americano Mark Bush, do Instituto de Tecnologia da Flórida, publicaram na edição de janeiro a abril de 2006 da revista *Biota Neotropica* um artigo



Ninfa de uma cigarrinha da família Cicadellidae: exemplo de espécie peculiar da Amazônia

que examina uma série de trabalhos que testam a validade da hipótese dos refúgios. As pesquisas sugerem, por exemplo, a existência de densas florestas no pé da cordilheira dos Andes, onde a temperatura teria resfriado cinco graus Celsius durante a última glaciação. Na mesma época, vegetação semelhante seria encontrada na porção oriental da Amazônia brasileira, enquanto na região amazônica central o clima de fato deve ter sido um pouco mais seco, mas não o suficiente para eliminar as formações florestais. “Sempre havia quem se apressasse em dizer que havíamos justamente encontrado uma área de refúgio quando apontávamos a existência de florestas relacionadas à umidade e ao frio”, conta Oliveira. Nessas situações, o pólen pode carregar informações valiosas: como representa o órgão reprodutivo de plantas com flores, pode ser pensado como uma estrutura de identificação das espécies. A análise morfológica de sua estrutura indica a que família a planta pertence.

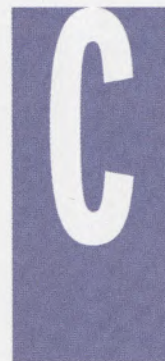
A saída para o impasse foi concebida pelo australiano Simon Haberle, da Universidade Nacional da Austrália, em 1997. Haberle coletou sedimentos depositados no delta do rio Amazonas, uma área estratégica, justamente por reunir pólen originário de distintas áreas da bacia hidrográfica. Ele aproveitou esse potencial do pólen de informações sobre plantas, que já havia sido demonstrado em 1979 pela botânica brasileira Maria Lucia Absy em seu doutorado na Universidade de Amsterdã, na Holanda, e confirmou: em grande parte, eram as florestas, e não as savanas, que definiam os contornos da paisagem amazônica durante a glaciação mais recente. Haberle analisou dados relativos a uma área gigantesca e, segundo Oliveira, seria uma contradição sustentar que se tratava de mais um refúgio.

Oliveira, Bush e Paul Colinvaux, do Woods Hole Marine Biological Laboratory, de Massachusetts, Estados Unidos, foram os primeiros a contestar a idéia dos refúgios em um estudo publicado em 1996 na revista *Science*. Por meio da análise de grãos de pólen coletados em lagos da região do alto rio Negro, no Parque Nacional do Pico da Neblina, rechaçaram a possibilidade, levantada pela Teoria dos Refúgios, de existência de savana ou de qualquer outro tipo de vegetação de clima seco naquela área, nos

últimos 40 mil anos. Anos depois, em 2003, Peter Wilf, da Universidade Estadual da Pensilvânia, Estados Unidos, com base na análise de folhas fossilizadas de 102 diferentes espécies de plantas da Patagônia argentina com pelo menos 52 milhões de anos, confirmou que antes da última glaciação já havia uma enorme variedade de espécies de plantas e de animais. De acordo com a Teoria dos Refúgios, essa biodiversidade teria surgido no final da glaciação, quando as poucas áreas verdes teriam voltado a se expandir. A bióloga Fátima Praxedes Leite, depois de analisar sedimentos amazônicos com idade entre 23 milhões e 6 milhões de anos, já havia detectado em 1997 essa diversidade, revelando o que Oliveira classifica de “uma grande estabilidade ecológica”.

Tectonismo - Além do pólen e dos sedimentos, a formação das bacias hidrográficas brasileiras e a origem dos rios oferecem outros argumentos para a contestação da Teoria dos Refúgios. O biólogo Alexandre Cunha Ribeiro, atualmente na Universidade de São Paulo (USP) de Ribeirão Preto, mostra na edição de abril a junho de 2006 da *Neotropical Ichthyology* que a história evolutiva e a distribuição geográfica de uma elevada diversidade de espécies de peixes que habitam os rios do país estão diretamente associadas aos movimentos tectônicos e ao deslocamento de blocos de rochas superficiais. No caso do Brasil, extensas zonas de fraturas das rochas que constituem o embasamento continental – mais suscetíveis a rupturas – coincidem com os limites de separação entre as bacias. Quando os movimentos continentais se intensificam, reabrem-se antigas fraturas, fazendo movimentarem-se os blocos de rocha, que podem subir ou descer. O resultado final dessas movimentações são mudanças leves ou bruscas nos cursos dos rios, literalmente lançados em outras direções, diferentes de suas trajetórias originais. Em outro trabalho, publicado em junho na *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, Flávio Lima, Claudio Riccomini, Naércio Menezes e Ribeiro demonstram como o alto curso do rio Guaratuba, antigo afluente do Tietê, conquistou vida própria e se transformou em um dos rios

litorâneos independentes da região entre Santos e Ubatuba. “Antigas falhas geológicas, reativadas entre 60 e 10 mil anos atrás no alto da serra do Mar, capturaram o rio, que desviou de sua trajetória rumo ao Tietê”, comenta.



arregadas por essas mudanças de rotas, as espécies de peixes se espalham ou se isolam e populações de uma mesma espécie podem ser encontradas em rios de bacias hidrográficas distintas. “A arquitetura geral de grandes bacias hidrográficas brasileiras, como a do Paraná, São Francisco e Uruguai, já devia estar formada há pouco mais de 100 milhões de anos, quando o Brasil se

separava da África”, lembra Ribeiro. Depois vieram os ajustes finos, impulsionados por processos tectônicos mais recentes – bacias hidrográficas e consequentemente sua fauna de peixes não respeitam os limites de qualquer refúgio e invadem cerrados, caatingas e florestas. No entanto, essa dispersão depende também da capacidade de adaptação de cada espécie às condições naturais de cada ambiente. A *Piabina argentea*, por exemplo, um lambari de até 5 centímetros de comprimento, pode ser encontrada em águas turvas, limpas e pedregosas, em afluentes das bacias do Paraná, São Francisco, Paraíba do Sul e alguns outros rios costeiros do Sudeste brasileiro, embora estudos comparativos sugiram que o ancestral comum a essas populações tenha se originado na bacia do rio Paraná.

Já o lambari *Glandulocauda melanogenys*, também de poucos centímetros, é um peixe endêmico de águas frias e limpas, encontrado somente nos afluentes do alto curso do rio Tietê, além do alto curso do rio Guaratuba, que era afluente do Tietê antes dos movimentos tectônicos que levaram à sua captura. “Espécies diferentes reagem de forma distinta aos mesmos movimentos tectônicos”, diz Ribeiro. “O fato de uma determinada espécie de peixe possuir ampla distribuição ou estar restrita a uma pequena área de uma bacia depende de suas características biológicas. Espécies com baixa capacidade de deslocamento ou muito exigentes do ponto de vista ambiental podem ser restritas a uma pequena área onde existam tais condições. Portanto,



PHILIP HALL/NOAA

**Aos pés do Aconcágua,
no Chile: Andes já abrigaram
vastas florestas**

apesar das bacias hidrográficas repetidamente misturarem suas faunas por processos de capturas de rios e riachos pela atividade tectônica, nem todas as espécies terão distribuição geográfica equivalente. Como a mistura de fauna pelo processo tectônico é contínua no tempo, o resultado é uma história muito complexa envolvendo populações ancestrais e seus descendentes nas grandes bacias hidrográficas sul-americanas.”

Registros fósseis de peixes também indicam que a diversidade de espécies com características da fauna moderna já era grande no período Terciário, há cerca de 50 milhões de anos, momento bem anterior ao que seria contemplado pelos refúgios.

São do Terciário os fósseis do peixe *Corydoras revelatus*, do mesmo gênero que inclui o limpa-fundo ou tamboatá, atualmente comum em todo o Brasil. A fauna fóssil da bacia de Taubaté, com 23 milhões a 35 milhões de anos, conta com gêneros ainda hoje encontrados em rios e riachos brasileiros, como o grande bagre *Steindachneridion*, a piraputanga *Brycon*, o curimbatazinho *Cyphocharax* e o lambari *Lignobrycon*.

“A ciência é feita de acertos e de erros e é importante que paradigmas passem por avaliações críticas, especialmente quando surgem novas tecnologias”, diz Oliveira. Para ele, à época em que foi concebida, e diante das limitações técnicas, a Teoria dos Refúgios baseou-se no que chama de evidências indiretas – associações entre paisagens geográficas semelhantes e analogias entre rochas parecidas, além da análise de plantas, anfíbios e borboletas de espécies próximas encontrados em locais distantes. Atualmente, além da análise do pólen, é possível trabalhar com sofisticados testes de DNA e com datações de urânio, carbono e isótopos de outros elementos químicos. Atento às contradições da teoria, Oliveira também questiona como as plantas e os animais poderiam ter se diversificado se ficaram confinados a ambientes restritos e extremamente competitivos. “Não faz sentido. Na verdade, por conta da luta pela sobrevivência, os refúgios deveriam

ter provocado uma redução no número de espécies”, avalia.

Outro problema não resolvido pelos refúgios diz respeito às temperaturas. Caatingas e savanas são ambientes de clima quente; seriam incompatíveis com a era da glaciação, ainda que o Brasil só tenha sofrido indiretamente os efeitos do resfriamento global, mais intenso no hemisfério Norte. “A teoria levou em consideração apenas umidade e chuvas”, diz Oliveira. “Ou a idéia dos redutos se reformula, ou será abandonada”, afirma. Vanzolini rebate as críticas e lembra que na Amazônia a fauna não é uniforme. “Os refúgios continuam valendo como explicação consistente para essa diversidade animal. Até agora, ninguém conseguiu apresentar outra proposta sustentada para substituir essa teoria.” Ab’Sáber também rechaça as dúvidas. Para ele, as informações que levaram os críticos a pensar que a teoria não funciona estão relacionadas a acontecimentos mais recentes, que não correspondem à época da glaciação: “Os fundamentos da teoria dos redutos continuam absolutamente intocados”. •

FRANCISCO BICUDO